

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11178018 A**(43) Date of publication of application: **02.07.99**

(51) Int. Cl.

**H04Q 3/52****H04J 14/00****H04J 14/02****H04B 10/02**(21) Application number: **09341515**(71) Applicant: **OKI ELECTRIC IND CO LTD**(22) Date of filing: **11.12.97**(72) Inventor: **OKAYAMA HIDEAKI**(54) **OPTICAL CROSS CONNECTOR**

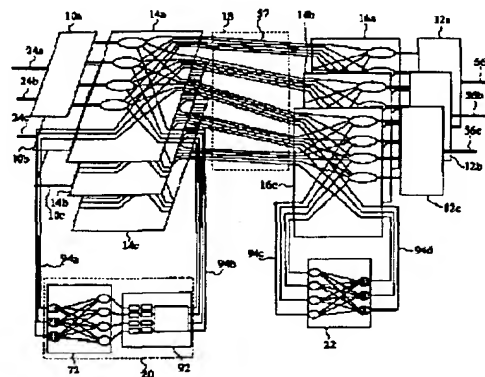
(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an optical cross connector in which a wavelength channel for wavelength conversion is comparatively freely set.

**SOLUTION:** Branching elements 10a-10c separate an input wavelength multiplex light into optical signals of a single wavelength channel and lead them to respective output ports. First and second optical switches 14a-14c, 16a-16c are provided with first, second third, forth ports and optical switch elements respectively, and lead input optical signals to prescribed output ports. An optical connection 18 couples the third port of the first optical switches 14a-14c with the third port of the second optical switches 16a-16c. Coupling elements 12a-12c couples the input optical signals and lead them to output ports. A wavelength conversion section changes a wavelength channel of the input optical signals and leads the changed signals into prescribed output ports. A wavelength routing section 22 leads the input optical signals to prescribed output ports. An optical signal outputted from a wavelength conversion section 20 is give to the wavelength routing section 22 via the second

port the first optical switches 14a-14c and the second port of the second optical switches 16a-16c.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 分波素子、合波素子、第1光スイッチ、第2光スイッチ、光接続部、波長変換部および波長ルーティング部をそれぞれ所定数だけ具えており、

前記分波素子は、1個の入力ポートとN個（Nは2以上の整数）の出力ポートとを具えていて、該入力ポートに入力する波長多重光を個々の単一波長チャネルの光信号に分離し、分離した個々の光信号をそれぞれ個別の前記出力ポートに導くものであり、

前記第1および第2光スイッチの各々は、N個の第1ポートと1個の第2ポートと（N-1）個の第3ポートと1個の第4ポートとN個の光スイッチ要素とを具えており、

前記光スイッチ要素は、1個の入力ポートとN個の出力ポートとを具えていて、該入力ポートに入力する光信号を所定の前記出力ポートに導くものであり、

前記第1ポートと前記光スイッチ要素の入力ポートとの間、前記第3ポートと前記光スイッチ要素の出力ポートとの間、前記第4ポートと前記光スイッチ要素の出力ポートとの間、および前記第2ポートと前記第3ポートとの間をそれぞれ光配線で結合して構成し、

前記光接続部は、前記第1光スイッチの第3ポートと前記第2光スイッチの第3ポートとの間を結合する光配線であり、

前記合波素子は、N個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号を合成して前記出力ポートに導くものであり、

前記波長変換部は、N個の入力ポートと（N-1）個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号の波長チャネルを変更して所定の前記出力ポートに導くものであり、

前記波長ルーティング部は、（N-1）個の入力ポートとN個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号を所定の前記出力ポートに導くものであり、

所定の前記第1光スイッチの第4ポートと前記波長変換部の入力ポートとの間、該第1光スイッチの第2ポートと該波長変換部の出力ポートとの間、所定の前記第2光スイッチの第4ポートと前記波長ルーティング部の入力ポートとの間、および該第2光スイッチの第2ポートと該波長ルーティング部の出力ポートとの間をそれぞれ光配線で結合してあり、

前記波長変換部の出力ポートから出力した光信号が、前記所定の第1光スイッチの第2ポートおよび前記所定の第2光スイッチの第2ポートを通して前記波長ルーティング部の入力ポートに入力するように構成してあることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項2】 請求項1に記載の光クロスコネクタ装置において、

前記波長変換部は、1個のスターカブラと、N個の可変

フィルタと、N個の波長変換素子と、1個の第3光スイッチとを具えており、

前記スターカブラは、N個の入力ポートとN個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号を合成して、さらに該合成した光信号をパワーに関して分配して前記出力ポートのそれぞれに導くものであり、

前記可変フィルタは、1個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えていて、該入力ポートに入力する光信号の中から所定の波長チャネルの光信号を選択して前記出力ポートに出力させるものであり、

前記波長変換素子は、1個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えていて、該入力ポートに入力する光信号の波長チャネルを所定の波長チャネルに変更して前記出力ポートに出力させるものであり、

前記第3光スイッチは、N個の入力ポートと（N-1）個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号を所定の前記出力ポートに導くものであり、

10 前記スターカブラの入力ポートおよび前記第3光スイッチの出力ポートをそれぞれ前記波長変換部の入力ポートおよび出力ポートとし、

前記スターカブラの各出力ポートごとにそれぞれ個別の可変フィルタの入力ポートが結合されており、

前記各可変フィルタの出力ポートにそれぞれ個別の前記波長変換素子の入力ポートが結合されており、

前記各波長変換素子の出力ポートがそれぞれ個別の前記第3光スイッチの入力ポートに結合されていることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

30 【請求項3】 請求項2に記載の光クロスコネクタ装置において、

前記第3光スイッチは、

N個の光スイッチ要素と（N-1）個のカブラとを具えており、

前記光スイッチ要素は、1個の入力ポートと（N-1）個の出力ポートとを具えていて、該入力ポートに入力する光信号を所定の前記出力ポートに導くものであり、

前記カブラは、N個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号を合成して前記出力ポートに導くものであり、

40 前記光スイッチ要素の入力ポートおよび前記カブラの出力ポートをそれぞれ第3光スイッチの入力ポートおよび出力ポートとし、

前記光スイッチ要素の出力ポートと前記カブラの入力ポートとの間を光配線で結合してあることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項4】 請求項2に記載の光クロスコネクタ装置において、

前記波長ルーティング部として第4光スイッチを具えており、

前記第4光スイッチは、 $(N-1)$ 個の入力ポートと $N$ 個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号を合成して所定の前記出力ポートに導くものであり、

前記第4光スイッチの入力ポートおよび出力ポートをそれぞれ波長ルーティング部の入力ポートおよび出力ポートとしてあることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項5】 請求項4に記載の光クロスコネクタ装置において、

前記第4光スイッチは、

$(N-1)$ 個の光スイッチ要素と $N$ 個のカブラとを具えており、

前記光スイッチ要素は、1個の入力ポートと $N$ 個の出力ポートとを具えていて、該入力ポートに入力する光信号を所定の前記出力ポートに導くものであり、

前記カブラは、 $(N-1)$ 個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号を合成して前記出力ポートに導くものであり、

前記光スイッチ要素の入力ポートおよび前記カブラの出力ポートをそれぞれ第4光スイッチの入力ポートおよび出力ポートとし、

前記光スイッチ要素の出力ポートと前記カブラの入力ポートとの間を光配線で結合してあることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項6】 請求項1に記載の光クロスコネクタ装置において、

前記光接続部を光ファイバで構成してあることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項7】 分波素子、合波素子、第1光スイッチ、第2光スイッチ、光接続部および波長変換部をそれぞれ所定数だけ具えており、

前記分波素子は、1個の入力ポートと $N$ 個( $N$ は2以上の整数)の出力ポートとを具えていて、該入力ポートに入力する波長多重光を個々の単一波長チャネルの光信号に分離し、分離した個々の光信号をそれぞれ個別の前記出力ポートに導くものであり、

前記第1および第2光スイッチの各々は、

$N$ 個の第1ポートと $N$ 個の第2ポートと $(N-1)$ 個の第3ポートと1個の第4ポートと $N$ 個の第1光スイッチ要素と $N$ 個の第2光スイッチ要素と $(N-1)$ 個のカブラ群とを具えており、

前記第1光スイッチ要素は、1個の入力ポートと $N$ 個の出力ポートとを具えていて、該入力ポートに入力する光信号を所定の前記出力ポートに導くものであり、

前記第2光スイッチ要素は、1個の入力ポートと $(N-1)$ 個の出力ポートとを具えていて、該入力ポートに入力する光信号を所定の前記出力ポートに導くものであり、

前記カブラ群は $N$ 個の第1カブラを具えていて、これら各第1カブラは2個の入力ポートと1個の出力ポートと

を具えており、これら各第1カブラの入力ポートに前記第1および第2光スイッチ要素から出力される光信号が入力されるようにしてあり、これら入力された光信号を合成して、各第1カブラの出力ポートを介して各前記第3ポートに出力させるものであり、

前記第1ポートと前記第1光スイッチ要素の入力ポートとの間、前記第4ポートと前記第1光スイッチ要素の出力ポートとの間、前記第2ポートと前記第2光スイッチ要素の入力ポートとの間、および前記第1および第2光スイッチ要素の出力ポートと前記第1カブラの入力ポートとの間をそれぞれ光配線で結合して構成し、

前記光接続部は、前記第1光スイッチの第3ポートと前記第2光スイッチの第3ポートとの間を結合する光配線であり、

前記合波素子は、 $N$ 個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号を合成して前記出力ポートに導くものであり、

前記波長変換部は、 $N$ 個の入力ポートと $N$ 個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号の波長チャネルを変更して所定の前記出力ポートに導くものであり、

所定の前記第1光スイッチの第4ポートと前記波長変換部の入力ポートとの間、該第1光スイッチの第2ポート

10

20

30

40

50

前記スターカブラの各出力ポートごとにそれぞれ個別の可変フィルタの入力ポートが結合されており、  
前記各可変フィルタの出力ポートにそれぞれ個別の前記波長変換素子の入力ポートが結合されていることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項9】 請求項7に記載の光クロスコネクタ装置において、

前記カブラ群に属する各第1カブラをまとめて、2N個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えた1体構造の第2カブラとして構成してあることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項10】 分波素子、合波素子、第1光スイッチ、第2光スイッチ、光接続部、波長変換部および第2カブラをそれぞれ所定数だけ具えており、

前記分波素子は、1個の入力ポートとN個（Nは2以上の整数）の出力ポートとを具えていて、該入力ポートに入力する波長多重光を個々の単一波長チャネルの光信号に分離し、分離した個々の光信号をそれぞれ個別の前記出力ポートに導くものであり、

前記第1および第2光スイッチの各々は、N個の第1ポートと（N-1）個の第2ポートと1個の第3ポートとN個の光スイッチ要素と（N-1）個の第1カブラとを具えており、

前記光スイッチ要素は、1個の入力ポートとN個の出力ポートとを具えていて、該入力ポートに入力する光信号を所定の前記出力ポートに導くものであり、

前記第1カブラは、N個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えており、これら各第1カブラの入力ポートに前記光スイッチ要素から出力される光信号が入力されるようにしてあり、これら入力された光信号を合成して、各第1カブラの出力ポートを介して各前記第2ポートに出力させるものであり、

前記第1ポートと前記光スイッチ要素の入力ポートとの間、前記第3ポートと前記光スイッチ要素の出力ポートとの間、および前記光スイッチ要素の出力ポートと前記第1カブラの入力ポートとの間をそれぞれ光配線で結合して構成し、

前記光接続部は、前記第1光スイッチの第2ポートと前記第2光スイッチの第2ポートとの間を、前記第2カブラを介して結合する光配線であり、

前記合波素子は、N個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号を合成して前記出力ポートに導くものであり、

前記波長変換部は、N個の入力ポートと（N-1）個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号の波長チャネルを変更して所定の前記出力ポートに導くものであり、

所定の前記第1光スイッチの第3ポートと前記波長変換部の入力ポートとの間、および前記第2カブラの入力ポートと前記波長変換部の出力ポートとの間をそれぞれ光

配線で結合してあり、

前記波長変換部の出力ポートから出力した光信号が、前記所定の第2カブラの入力ポートを通して前記所定の第2光スイッチの第2ポートに入力するように構成してあることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項11】 請求項10に記載の光クロスコネクタ装置において、

前記波長変換部は、1個のスターカブラと、N個の可変フィルタと、N個の波長変換素子と、1個の第3光スイッチとを具えており、

前記スターカブラは、N個の入力ポートとN個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号を合成して、さらに該合成した光信号をパワーに関して分配して前記出力ポートのそれぞれに導くものであり、

前記可変フィルタは、1個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えていて、該入力ポートに入力する光信号の中から所定の波長チャネルの光信号を選択して前記出力ポートに出力させるものであり、

20 前記波長変換素子は、1個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えていて、該入力ポートに入力する光信号の波長チャネルを所定の波長チャネルに変更して前記出力ポートに出力させるものであり、

前記第3光スイッチは、N個の入力ポートと（N-1）個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号を所定の前記出力ポートに導くものであり、

30 前記スターカブラの入力ポートおよび前記第3光スイッチの出力ポートをそれぞれ前記波長変換部の入力ポートおよび出力ポートとし、

前記スターカブラの各出力ポートごとにそれぞれ個別の可変フィルタの入力ポートが結合されており、  
前記各可変フィルタの出力ポートにそれぞれ個別の前記波長変換素子の入力ポートが結合されており、  
前記各波長変換素子の出力ポートがそれぞれ個別の前記第3光スイッチの入力ポートに結合されていることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項12】 請求項11に記載の光クロスコネクタ装置において、

40 前記第3光スイッチは、N個の光スイッチ要素と（N-1）個のカブラとを具えており、

前記光スイッチ要素は、1個の入力ポートと（N-1）個の出力ポートとを具えていて、該入力ポートに入力する光信号を所定の前記出力ポートに導くものであり、

前記カブラは、N個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号を合成して前記出力ポートに導くものであり、

50 前記光スイッチ要素の入力ポートおよび前記カブラの出力ポートをそれぞれ第3光スイッチの入力ポートおよび

出力ポートとし、  
前記光スイッチ要素の出力ポートと前記カブラの入力ポートとの間を光配線で結合してあることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、光通信において、波長多重光の伝送経路の切り替えを行う光クロスコネクタ装置に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】従来の光クロスコネクタ装置は、例えば、文献1「Journal of Lightwave Technology, Vol. 14, No. 6, pp. 1410-1421, 1996年7月」に開示されている。この文献に開示されている光クロスコネクタ装置（上記文献1のp. 1417に記載のFig. 9.）では、まず、①波長多重光を分波素子に入力して、単一波長チャネルの光信号に分離する。続いて、②分波素子から出力した光信号を波長変換器に通して、所要に応じて波長変換する。そして、③各光信号の方路を光スイッチにより決定して所定の出力ポートに導く。従って、この構成では、光信号が波長ごとの任意の出力ポートに振り分けられる。

##### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記文献1に開示の従来構成は、波長多重光の分波を行った直後に波長変換を行う構成となっている。このため、波長変換を行う波長チャネル数が波長変換器の個数に限定されてしまうので、システムの柔軟性に欠けるといった欠点がある。

【0004】従って、従来より、波長変換を行う波長チャネルを比較的自由に設定することが可能な光クロスコネクタ装置の出現が望まれていた。

##### 【0005】

【課題を解決するための手段】そこで、この発明の光クロスコネクタ装置によれば、分波素子、合波素子、第1光スイッチ、第2光スイッチ、光接続部、波長変換部および波長ルーティング部をそれぞれ所定数だけ具えており、分波素子は、1個の入力ポートとN個（Nは2以上の整数）の出力ポートとを具えていて、この入力ポートに入力する波長多重光を個々の単一波長チャネルの光信号に分離し、分離した個々の光信号をそれぞれ個別の出力ポートに導くものであり、第1および第2光スイッチの各々は、N個の第1ポートと1個の第2ポートと（N-1）個の第3ポートと1個の第4ポートとN個の光スイッチ要素とを具えており、光スイッチ要素は、1個の入力ポートとN個の出力ポートとを具えていて、この入力ポートに入力する光信号を所定の出力ポートに導くものであり、第1ポートと光スイッチ要素の入力ポートとの間、第3ポートと光スイッチ要素の出力ポートとの

間、第4ポートと光スイッチ要素の出力ポートとの間、および第2ポートと第3ポートとの間をそれぞれ光配線で結合して構成し、光接続部は、第1光スイッチの第3ポートと第2光スイッチの第3ポートとの間を結合する光配線であり、合波素子は、N個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号を合成して出力ポートに導くものであり、波長変換部は、N個の入力ポートと（N-1）個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号の波長チャネルを変更して所定の出力ポートに導くものであり、波長ルーティング部は、（N-1）個の入力ポートとN個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号を所定の出力ポートに導くものであり、所定の第1光スイッチの第4ポートと波長変換部の入力ポートとの間、この第1光スイッチの第2ポートとこの波長変換部の出力ポートとの間、所定の第2光スイッチの第4ポートと波長ルーティング部の入力ポートとの間、およびこの第2光スイッチの第2ポートとこの波長ルーティング部の出力ポートとの間をそれぞれ光配線で結合してあり、波長変換部の出力ポートから出力した光信号が、所定の第1光スイッチの第2ポートおよび所定の第2光スイッチの第2ポートを通して波長ルーティング部の入力ポートに入力するように構成してあることを特徴とする。

【0006】従って、分波素子では、波長多重光を各々が単一波長チャネルの光信号に分離する。各波長チャネルの光信号は第1光スイッチの第1ポートに入力する。第1光スイッチは、各第1ポートに入力した光信号の方路を個別に決定し、各第3ポートおよび第4ポートに出力する。第3ポートから出力した光信号は、光接続部を通して所定の第2光スイッチの第3ポートに到る。そして、第2光スイッチは、各光信号を第2光スイッチの所定の第1ポートに導く。

【0007】一方、第1光スイッチの第4ポートに導かれた光信号は波長変換部に送られる。波長変換部では、光信号の波長チャネルを所定の波長チャネルに変更する。波長変換部から出力した光信号は、第1光スイッチの第2ポートに導かれる。そして、第1光スイッチの第3ポート、光接続部、所定の第2光スイッチの第3ポート、およびこの第2光スイッチの第2ポートを順次に通過して、波長ルーティング部に入力する。波長ルーティング部は、入力光を所定の第2光スイッチの第4ポートに導く。この第2光スイッチでは、第4ポートに入力される光信号を所定の第1ポートに振り分ける。合波素子は、第2光スイッチの第1ポートから出力される光信号を合波して出力する。

【0008】従って、この発明の光クロスコネクタ装置では、波長変換部のポート数に応じて波長変換を行う波長チャネル数が決定される。よって、波長変換を行う波長チャネルを比較的自由に設定することができる。

【0009】この発明の光クロスコネクタ装置において、好ましくは、波長変換部は、1個のスターカブラと、N個の可変フィルタと、N個の波長変換素子と、1個の第3光スイッチとを具えており、スターカブラは、N個の入力ポートとN個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号を合成して、さらにこの合成した光信号をパワーに関して分配して出力ポートのそれぞれに導くものであり、可変フィルタは、1個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えていて、この入力ポートに入力する光信号の中から所定の波長チャネルの光信号を選択して出力ポートに出力させるものであり、波長変換素子は、1個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えていて、この入力ポートに入力する光信号の波長チャネルを所定の波長チャネルに変更して出力ポートに出力させるものであり、第3光スイッチは、N個の入力ポートと(N-1)個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号を所定の出力ポートに導くものであり、スターカブラの入力ポートおよび第3光スイッチの出力ポートをそれぞれ波長変換部の入力ポートおよび出力ポートとし、スターカブラの各出力ポートごとにそれぞれ個別の可変フィルタの入力ポートが結合されており、各可変フィルタの出力ポートにそれぞれ個別の波長変換素子の入力ポートが結合されており、各波長変換素子の出力ポートがそれぞれ個別の第3光スイッチの入力ポートに結合されているのが良い。

【0010】従って、第1光スイッチの第4ポートに出力された光信号はスターカブラに入力する。スターカブラでは、光が混合され、各出力ポートに分配されて出力される。スターカブラから出力された光は、可変フィルタおよび波長変換素子を順次に経て、必要な波長の選択および波長変換が行われる。続いて、光は、第3光スイッチに送られる。この第3光スイッチにより、光は所定の出力ポートに導かれて、対応する第1光スイッチの第2ポートに送られる。よって、光信号の波長チャネルを変更して所定の第3ポートに導くことができる。

【0011】また、この発明の光クロスコネクタ装置において、好ましくは、第3光スイッチは、N個の光スイッチ要素と(N-1)個のカブラとを具えており、光スイッチ要素は、1個の入力ポートと(N-1)個の出力ポートとを具えていて、この入力ポートに入力する光信号を所定の出力ポートに導くものであり、カブラは、N個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号を合成して出力ポートに導くものであり、光スイッチ要素の入力ポートおよびカブラの出力ポートをそれぞれ第3光スイッチの入力ポートおよび出力ポートとし、光スイッチ要素の出力ポートとカブラの入力ポートとの間を光配線で結合してあるのが良い。

【0012】このように構成してあるので、各波長変換素子の出力ポートから出力した光は、先ず、上述の光ス

スイッチ要素に入力する。この光スイッチ要素で方路が選択されて、所定のカブラに導かれる。従って、光信号を所定の第1光スイッチの第2ポートおよび第3ポートに導くことができる。

【0013】また、この発明の光クロスコネクタ装置において、好ましくは、波長ルーティング部として第4光スイッチを具えており、第4光スイッチは、(N-1)個の入力ポートとN個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号を合成して所定の出力ポートに導くものであり、第4光スイッチの入力ポートおよび出力ポートをそれぞれ波長ルーティング部の入力ポートおよび出力ポートとしてあるのが良い。

【0014】また、この発明の光クロスコネクタ装置において、好ましくは、第4光スイッチは、(N-1)個の光スイッチ要素とN個のカブラとを具えており、光スイッチ要素は、1個の入力ポートとN個の出力ポートとを具えていて、この入力ポートに入力する光信号を所定の出力ポートに導くものであり、カブラは、(N-1)個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号を合成して出力ポートに導くものであり、光スイッチ要素の入力ポートおよびカブラの出力ポートをそれぞれ第4光スイッチの入力ポートおよび出力ポートとし、光スイッチ要素の出力ポートとカブラの入力ポートとの間を光配線で結合してあるのが良い。

【0015】このように構成してあるので、第2光スイッチの第2ポートから出力した光は、先ず、上述の光スイッチ要素に入力する。この光スイッチ要素で方路が選択されて、所定のカブラに導かれる。従って、光信号を所定の第2光スイッチの第4ポートに導き、すなわち所定の出力ポートに導くことができる。

【0016】また、この発明の光クロスコネクタ装置において、好ましくは、光接続部を光ファイバで構成してあるのが良い。

【0017】また、この発明の光クロスコネクタ装置によれば、分波素子、合波素子、第1光スイッチ、第2光スイッチ、光接続部および波長変換部をそれぞれ所定数だけ具えており、分波素子は、1個の入力ポートとN個(Nは2以上の整数)の出力ポートとを具えていて、この入力ポートに入力する波長多重光を個々の単一波長チャネルの光信号に分離し、分離した個々の光信号をそれぞれ個別の出力ポートに導くものであり、第1および第2光スイッチの各々は、N個の第1ポートとN個の第2ポートと(N-1)個の第3ポートと1個の第4ポートとN個の第1光スイッチ要素とN個の第2光スイッチ要素と(N-1)個のカブラ群とを具えており、第1光スイッチ要素は、1個の入力ポートとN個の出力ポートとを具えていて、この入力ポートに入力する光信号を所定の出力ポートに導くものであり、第2光スイッチ要素は、1個の入力ポートと(N-1)個の出力ポートとを

具えていて、この入力ポートに入力する光信号を所定の出力ポートに導くものであり、カブラ群はN個の第1カブラを具えていて、これら各第1カブラは2個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えており、これら各第1カブラの入力ポートに第1および第2光スイッチ要素から出力される光信号が入力されるようにしてあり、これら入力された光信号を合成して、各第1カブラの出力ポートを介して各第3ポートに出力させるものであり、第1ポートと第1光スイッチ要素の入力ポートとの間、第4ポートと第1光スイッチ要素の出力ポートとの間、第2ポートと第2光スイッチ要素の入力ポートとの間、および第1および第2光スイッチ要素の出力ポートと第1カブラの入力ポートとの間をそれぞれ光配線で結合して構成し、光接続部は、第1光スイッチの第3ポートと第2光スイッチの第3ポートとの間を結合する光配線であり、合波素子は、N個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号を合成して出力ポートに導くものであり、波長変換部は、N個の入力ポートとN個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号の波長チャンネルを変更して所定の出力ポートに導くものであり、所定の第1光スイッチの第4ポートと波長変換部の入力ポートとの間、この第1光スイッチの第2ポートとこの波長変換部の出力ポートとの間をそれぞれ光配線で結合してあり、波長変換部の出力ポートから出力した光信号が、所定の第1光スイッチの第2ポートおよび所定の第2光スイッチの第2ポートを通して当該所定の第2光スイッチの第4ポートに入力するように構成してあることを特徴とする。

【0018】このように構成してあるので、第1光スイッチには波長ルーティング機能が付加される。従って、波長変換部の構成を簡略化することができる。また、出力側（第2光スイッチ側）には波長ルーティング部が不要となる。従って、装置構成が簡略化される。

【0019】また、この発明の光クロスコネクタ装置において、好ましくは、波長変換部は、1個のスターカブラと、N個の可変フィルタと、N個の波長変換素子とを具えており、スターカブラは、N個の入力ポートとN個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号を合成して、さらにこの合成した光信号をパ

カポートとし、スターカブラの各出力ポートごとにそれぞれ個別の可変フィルタの入力ポートが結合されており、各可変フィルタの出力ポートにそれぞれ個別の波長変換素子の入力ポートが結合されているのが良い。

【0020】また、この発明の光クロスコネクタ装置において、好ましくは、カブラ群に属する各第1カブラをまとめて、2N個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えた1体構造の第2カブラとして構成してあるのが良い。

10 【0021】このように構成すると、光接続部を構成するファイバ等の光経路数を少なくすることができる。

【0022】また、この発明の光クロスコネクタ装置によれば、分波素子、合波素子、第1光スイッチ、第2光スイッチ、光接続部、波長変換部および第2カブラをそれぞれ所定数だけ具えており、分波素子は、1個の入力ポートとN個（Nは2以上の整数）の出力ポートとを具えていて、この入力ポートに入力する波長多重光を個々の単一波長チャンネルの光信号に分離し、分離した個々の光信号をそれぞれ個別の出力ポートに導くものであり、第1および第2光スイッチの各々は、N個の第1ポートと（N-1）個の第2ポートと1個の第3ポートとN個の光スイッチ要素と（N-1）個の第1カブラとを具えており、光スイッチ要素は、1個の入力ポートとN個の出力ポートとを具えていて、この入力ポートに入力する光信号を所定の出力ポートに導くものであり、第1カブラは、N個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えており、これら各第1カブラの入力ポートに光スイッチ要素から出力される光信号が入力されるようにしてあり、これら入力された光信号を合成して、各第1カブラの出力ポートを介して各第2ポートに出力させるものであり、第1ポートと光スイッチ要素の入力ポートとの間、第3ポートと光スイッチ要素の出力ポートとの間、および光スイッチ要素の出力ポートと第1カブラの入力ポートとの間をそれぞれ光配線で結合して構成し、光接続部は、第1光スイッチの第2ポートと第2光スイッチの第2ポートとの間を、第2カブラを介して結合する光配線であり、合波素子は、N個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号を合成して出力ポートに導くものであり、波長変換部は、N個の入力ポートと（N-1）個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号の波長チャンネルを変更して所定の出力ポートに導くものであり、所定の第1光スイッチの第3ポートと波長変換部の入力ポートとの間、および第2カブラの入力ポートと波長変換部の出力ポートとの間をそれぞれ光配線で結合してあり、波長変換部の出力ポートから出力した光信号が、所定の第2カブラの入力ポートを通して所定の第2光スイッチの第2ポートに入力するように構成してあることを特徴とする。

50 【0023】このように構成すると、光接続部を構成す



るファイバ等の光経路数を少なくすることができる。

【0024】また、この発明の光クロスコネクタ装置において、好ましくは、波長変換部は、1個のスターカブラと、N個の可変フィルタと、N個の波長変換素子と、1個の第3光スイッチとを具えており、スターカブラは、N個の入力ポートとN個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号を合成して、さらにこの合成した光信号をパワーに関して分配して出力ポートのそれぞれに導くものであり、可変フィルタは、1個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えていて、この入力ポートに入力する光信号の中から所定の波長チャンネルの光信号を選択して出力ポートに出力させるものであり、波長変換素子は、1個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えていて、この入力ポートに入力する光信号の波長チャンネルを所定の波長チャンネルに変更して出力ポートに出力させるものであり、第3光スイッチは、N個の入力ポートと(N-1)個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号を所定の出力ポートに導くものであり、スターカブラの入力ポートおよび第3光スイッチの出力ポートをそれぞれ波長変換部の入力ポートおよび出力ポートとし、スターカブラの各出力ポートごとにそれぞれ個別の可変フィルタの入力ポートが結合されており、各可変フィルタの出力ポートにそれぞれ個別の波長変換素子の入力ポートが結合されており、各波長変換素子の出力ポートがそれぞれ個別の第3光スイッチの入力ポートに結合されているのが良い。

【0025】また、この発明の光クロスコネクタ装置において、好ましくは、第3光スイッチは、N個の光スイッチ要素と(N-1)個のカブラとを具えており、光スイッチ要素は、1個の入力ポートと(N-1)個の出力ポートとを具えていて、この入力ポートに入力する光信号を所定の出力ポートに導くものであり、カブラは、N個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号を合成して出力ポートに導くものであり、光スイッチ要素の入力ポートおよびカブラの出力ポートをそれぞれ第3光スイッチの入力ポートおよび出力ポートとし、光スイッチ要素の出力ポートとカブラの入力ポートとの間を光配線で結合してあるのが良い。

#### 【0026】

【発明の実施の形態】以下、図を参照して、この発明の実施の形態につき説明する。尚、図は、この発明が理解できる程度に、構成、配置関係および接続関係が概略的に示されているに過ぎない。また、以下に記載する数値等の条件は単なる一例に過ぎない。従って、この発明は、この実施の形態に何ら限定されることがない。

【0027】光クロスコネクタ装置は、光通信網を構成するノードとして用いられる。ここでいう光通信網とは、複数のノードと波長多重光を伝送する光ファイバと

で構成される。各ノード間は光ファイバで接続されている。このような光通信網における個々のノードでは、波長チャンネルに応じた光信号の振り分けが行われる。従って、光クロスコネクタ装置は、複数の入力ポートと複数の出力ポートとを具えていて、各入力ポートから波長多重光信号を入力し、各々の光信号を波長(波長チャンネル)に応じた各出力ポートに振り分ける。このように、光クロスコネクタ装置は、波長多重された光信号の経路切換えを波長チャンネルに基づいて行う装置である。

10 【0028】【第1の実施の形態】この実施の形態の光クロスコネクタ装置の構成につき説明する。図1は、光クロスコネクタ装置の第1構成を説明するための概略図である。この光クロスコネクタ装置は、分波素子10a~10c、合波素子12a~12c、第1光スイッチ14a~14c、第2光スイッチ16a~16c、光接続部18、波長変換部20および波長ルーティング部22を具えている。

【0029】まず、分波素子および第1光スイッチにつき説明する。図2は、第1光スイッチ周辺の構成を拡大して示す要部平面図である。図2には、分波素子10aおよび第1光スイッチ14aが例として示されている。

【0030】分波素子10aは、1個の入力ポート24aと4個の出力ポート26a~26dとを具えている。分波素子10aは、この入力ポート24aに入力する波長多重光を個々の単一波長チャンネルの光信号に分離し、分離した個々の光信号をそれぞれ個別の出力ポート26a~26dに導くものである。

【0031】分波素子10a~10cは、各々の入力ポート24a~24cに入力される波長多重光を、それぞれ単一の波長チャンネルの個々の光信号に分離する。例えば、分波素子10aでは、入力ポート24aに波長チャンネル $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ および $\lambda_4$ を含む波長多重光が入射されると、この光信号は各波長チャンネル $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ および $\lambda_4$ の個々の光信号に自動的に分離される。これら分波素子10a~10cとして、例えば、グレーティングを用いた既存の素子を利用できる。

40 【0032】また、第1光スイッチ14a~14cは、4個の第1ポート30a~30dと1個の第2ポート32と3個の第3ポート34a~34cと1個の第4ポート36と4個の光スイッチ要素38a~38dとを具えている。光スイッチ要素38a~38dは、1個の入力ポートと4個の出力ポートとを具えていて、この入力ポートに入力する光信号を所定の出力ポートに導くものである。つまり、光スイッチ要素38a~38dの各々は、1×4光スイッチである。そして、第1ポート30a~30dと光スイッチ要素38a~38dの入力ポートとの間、第3ポート34a~34cと光スイッチ要素38a~38dの出力ポートとの間、第4ポート36と光スイッチ要素38a~38dの出力ポートとの間、および第2ポート32と第3ポート34a~34cとの間

をそれぞれ光配線で結合してある。

【0033】例えば、第1光スイッチ14aは、各波長チャンネルλ1、λ2、λ3およびλ4の光信号を、各出力ポート34a～34c、36に選択的に振り分けする。例えば、第1光スイッチ14aにより、波長チャンネルλ1の光信号が出力ポート34bへ、波長チャンネルλ2の光信号が出力ポート36へ、波長チャンネルλ3の光信号が出力ポート34cへ、および、波長チャンネルλ4の光信号が出力ポート34aへそれぞれ出力される。

【0034】第1光スイッチ14aの構成につきさらに詳細に説明する。第1光スイッチ14aは、光スイッチ要素38a～38dおよび第2ポート32と第3ポート34a～34cおよび第4ポート36との間に光配線40を具えている。光配線40は、各光スイッチ要素38a～38d、第2ポート32および第3ポート34a～34c、第4ポート36間を結合する光経路である。光スイッチ要素38a～38dは、各波長チャンネルλ1～λ4の光信号の経路を、光配線40を構成する光経路の中から選択する素子である。通常の動作時は、光スイッチ要素38a～38dのスイッチング状態を固定しておく。従って、例えば光スイッチ要素38aに入射する光信号は出力ポート34aに出力されるという具合に、波長チャンネルに応じて、光信号の出力される出力ポートが半固定的に定まっている。

【0035】図3は、第1光スイッチ14aの具体的な要部構成を示す一部切欠斜視図である。第1光スイッチ14aは基板95の上に形成されている。この基板95の上面領域は、光路切換え領域96と光配線領域98とに区画されている。光路切換え領域96には、光スイッチ要素38a～38dが設けられている。光配線領域98には、光配線40が設けられている。基板95には、基板95の一方の端面100aから他方の端面100bにわたり、適当な位置で2方向に分岐して延在する導波路106が作り込まれている。光路切換え領域96には、この導波路106の各分岐位置に設けられた光スイッチ素子により、各光スイッチ要素38a～38dが形成されている。

【0036】例えば、図3に示す導波路106は、光路切換え領域96においてY字状に分岐される3つのY分岐位置を有する。これらY分岐位置にそれぞれ光スイッチ素子93a、93bおよび93cが作り込まれている。各光スイッチ素子93a～93cは、例えば、光の界分布の変化を利用して2つの光経路のいずれか一方を選択するY分岐光スイッチ（例えば文献2「IEICE TRANS. COMMUN., VOL. E77-B, NO. 2, p204 (1994)」参照）で構成される。これら3つの光スイッチ素子93a～93cにより、入力ポートが1つ、および、出力ポートが4つの1×4型光スイッチが光スイッチ要素38aとして構成される。

【0037】ところで、分波素子10aから出力される波長λ1の光信号は、光ファイバ102により第1光スイッチ14aに伝送される。光ファイバ102は、基板95の一方の端面100aに固定治具（図示せず。）により接続されている。また、光ファイバ102が接続している基板95の端面100aには、導波路106の一部が露出している。光信号は、光ファイバ102中を伝播して基板95の一方の端面100aに至る。そして、光信号は、導波路106内に入射して、光スイッチ素子93aに導かれる。

【0038】この光スイッチ素子93aは、基板端面100aから延在する導波路106の最初にY分岐される位置に設けられている。光ファイバ102から入力される光信号の伝播方向は、光スイッチ素子93aによって選択される。また、この光スイッチ素子93aを過ぎて2方向に分岐する導波路106では、それぞれ再びY字状に分岐されている。これら分岐位置には、それぞれ光スイッチ素子93bおよび93cが設けられている。そして、光信号は、これら光スイッチ素子93bおよび93cにより選択された光経路を伝播する。このように、これら光スイッチ素子93a～93cにより4通りの光経路を切り換えることができる。

【0039】また、光配線領域98における導波路106により光配線40が構成されている。つまり、この光配線40は、光スイッチ要素38a～38d、第2ポート32と第3ポート34a～34c、第4ポート36との間を接続する導波路106により構成される。例えば、上述した光スイッチ素子93bおよび93cの位置で分岐する導波路106は、それぞれ他方の基板端面100bの所定の位置すなわち第3ポート34a～34c、第4ポート36に向かって延在する。このように構成してあるので、光スイッチ要素38aのスイッチング状態に応じて、光信号が第3ポート34a～34c、第4ポート36のいずれか1ポートに導かれる。

【0040】これら第3ポート34a～34cから出力される光信号は、それぞれ光接続部18に導かれて所定の第2光スイッチに伝送される。この構成例では、他方の基板端面100bの各第3ポート34a～34c、第4ポート36における位置に導波路106の一端がそれぞれ露出している。そして、各第3ポート34a～34c、第4ポート36の位置に、各光スイッチ要素38a～38dから延在する導波路106がそれぞれ集まるように構成してある。

【0041】また、第2ポート32と第3ポート34a～34cとの間がそれぞれ1本の導波路106により接続されている。この導波路106の一端もまた、他方の基板端面100bの各第3ポート34a～34cにおける位置にそれぞれ露出している。

【0042】従って、基板端面100bの各第3ポート34a～34c位置には、それぞれ5本の導波路106

が露出する。また、基板端面100bの第4ポート36位置には、4本の導波路106が露出する。そして、これら導波路106に光ファイバの一端がそれぞれ接続されている。ここでは、5本または4本の光ファイバを1つのテープファイバ57に束ねてある。このように、光接続部18は、所定の本数の光ファイバをまとめたテープファイバ57により構成される。これらテープファイバ57は、各第3ポート34a~34c、第4ポート36にそれぞれ1本ずつ割り当てられている。そして、テープファイバ57の一端が第3および第4ポート位置に露出する導波路106の端部に接続されるように、固定治具104を用いて固定される。

【0043】尚、基板95は、上述したように光路切換領域96と光配線領域98とを同一の基板で一体形成してもよいし、また、各領域96および98ごとに個別の基板で形成してもよい。例えば、光路切換領域96ではニオブ酸リチウムの基板を用い、光配線領域98ではガラス材料基板を用いるといったことも可能である。

【0044】上述した光接続部18は、各第1光スイッチの第3および第4ポートを、それぞれ個別の第2光スイッチの第3および第4ポートの各々に個別的に結合する手段である。例えば、第1光スイッチ14aの第3ポート34aと第2光スイッチ16aの1番目の第3ポートとが光接続部18を構成するテープファイバ57により結合されている。テープファイバ57は、(波長数+1)本分の光ファイバの束である。この内の1本のファイバ中を波長変換光(波長変換部20により波長変換された光)が通る。尚、光接続部18はこれに限ることがなく、例えば、テープファイバ57すなわち光ファイバの代りに導波路を用いた構成としてもよい。また、必ずしも全てのポート間を光接続部18で接続しなくともよい。つまり、目的に応じて、所要のポート間だけをテープファイバ57等の光接続手段により接続すればよい。

【0045】次に、合波素子および第2光スイッチにつき説明する。図4は、第2光スイッチ周辺の構成を拡大して示す要部平面図である。図4には、合波素子12cおよび第2光スイッチ16cが例として示されている。

【0046】合波素子12cは、4個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号を合成して出力ポートに導くものである。例えば、合波素子12cは、4個の入力ポート54a~54dと1個の出力ポート56cとを具えており、これら入力ポート54a~54dに入力する光信号を合成して出力ポート56cに導く機能を有している。例えば、この合波素子12cによれば、入力ポート54aに入力された波長チャンネル1の光信号と、入力ポート54bに入力された波長チャンネル2の光信号と、入力ポート54cに入力された波長チャンネル3の光信号と、入力ポート54dに入力された波長チャンネル4の光信号とが合波された波長多重光を出力ポート56cに出力す

る。

【0047】また、第2光スイッチ16a~16cは、4個の第1ポート42a~42dと1個の第2ポート48と3個の第3ポート46a~46cと1個の第4ポート48と4個の光スイッチ要素50a~50dとを具えている。光スイッチ要素50a~50dは、4個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートのいずれかに入力する光信号を出力ポートに導くものである。光スイッチ要素50a~50dの各々は、1×4光スイッチで構成される。そして、第1ポート42a~42dと光スイッチ要素50a~50dの入力ポートとの間、第3ポート46a~46cと光スイッチ要素50a~50dの出力ポートとの間、第4ポート48と光スイッチ要素50a~50dの出力ポートとの間、および第2ポート44と第3ポート46a~46cとの間をそれぞれ光配線で結合してある。

【0048】第2光スイッチ16cの構成につきさらに詳細に説明する。第2光スイッチ16cは、光スイッチ要素50a~50dおよび第2ポート44と第3ポート46a~46cおよび第4ポート48との間に光配線52を具えている。光配線52は、各光スイッチ要素50a~50d、第2ポート44および第3ポート46a~46c、第4ポート48間を結合する光経路である。光スイッチ要素50a~50dは、光配線52を構成する光経路により伝送された各波長チャンネル1~4の光信号の中から、所定の波長チャンネルの光信号を選択して、各々の出力ポートに導く素子である。

【0049】尚、第2光スイッチ16a~16cとして、図3に示す構成の光スイッチを用いることができる。合波素子12a~12cも分波素子10a~10cの構成と同様のもので良い。従って、第1光スイッチおよび分波素子の構成と第2光スイッチおよび合波素子の構成とを対称にすることができる。

【0050】次に、波長変換部20の構成につき、図5を参照して説明する。図5は、波長変換部の構成を示す平面図である。波長変換部20は、4個の入力ポートと3個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号の波長チャンネルを変更して所定の出力ポートに導くものである。波長変換部20は、波長変換ユニット92と第3光スイッチ72とにより構成されている。波長変換ユニット92は、1個のスターカブラ66と、4個の変換フィルタ68a~68dと、4個の波長変換素子70a~70dとにより構成される。

【0051】上述のスターカブラ66は、4個の入力ポート74a~74dと4個の出力ポート76a~76dとを具えていて、これら入力ポート74a~74dに入力する光信号を合成して、さらにこの合成した光信号をパワーに関して分配して出力ポート76a~76dのそれぞれに導くものである。つまり、スターカブラ66の入力ポート74a~74dの各々に入力される光信号

は、その波長チャネルによらずに、個々の光信号のパワーに関して合成および混合される。そして、スターカブラ66の出力ポート76a~76dからは、各波長チャネルの光信号を等パワーで含む波長多重光がそれぞれ出力される。

【0052】また、可変フィルタ68a~68dの各々は、1個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えていて、この入力ポートに入力する光信号（波長多重光）の中から所定の波長チャネルの光信号を選択して、上述の出力ポートに出力させるものである。これら各可変フィルタ68a~68dの入力ポートは、スターカブラ66の出力ポート76a~76dにそれぞれ光ファイバおよび導波路等の光接続手段により結合されている。従って、可変フィルタ68a~68dは、スターカブラ66の出力ポート76a~76dから出力される波長多重光あるいは単一波長光の中から所定の波長の光だけを透過させて、出力する。

【0053】また、波長変換素子70a~70dは、1個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えていて、この入力ポートに入力する光信号の波長チャネルを所定の波長チャネルに変更して出力ポートに出力させるものである。これら各波長変換素子70a~70dの入力ポートは、各可変フィルタ68a~68dの出力ポートにそれぞれ光ファイバおよび導波路等の光接続手段により結合されている。これら波長変換素子70a~70dによれば、可変フィルタ68a~68dから出力される光信号の波長チャネルが予め設定された固定波長チャネルに変換される。

【0054】また、第3光スイッチ72は、4個の入力ポート78a~78dと3個の出力ポート60a~60dとを具えていて、これら入力ポート78a~78dに入力する光信号を所定の出力ポート60a~60cに導くものである。この構成例の第3光スイッチ72は、4個の光スイッチ要素80a~80dと3個のカブラ82a~82cとを具えている。光スイッチ要素80a~80dは、1個の入力ポートと3個の出力ポートとを具えていて、この入力ポートに入力する光信号を所定の出力ポートに導く1×3光スイッチである。カブラ82a~82cは、4個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号を合成して出力ポートに導く1×4光スイッチである。光スイッチ要素80a~80dの出力ポートとカブラ82a~82cの入力ポートとの間は、光配線84により結合してある。また、光スイッチ要素80a~80dの入力ポートおよびカブラ82a~82cの出力ポートをそれぞれ第3光スイッチ72の入力ポート78a~78dおよび出力ポートとしている。

【0055】この第3光スイッチ72の入力ポート78a~78dに各波長変換素子70a~70dの出力ポートがそれぞれ個別に結合されている。また、スターカ

ラ66の入力ポート74a~74dおよび第3光スイッチ72の出力ポートをそれぞれ波長変換部20の入力ポート58a~58dおよび出力ポート60a~60cとしている。

【0056】以上説明した波長変換部20によれば、入力ポート58a~58dに入力する光信号の波長チャネルを変更して、所定の出力ポート60a~60cに導くことができる。これら入力ポート58a~58dの各々は、第1光スイッチ14aの第4ポート36に一端が露出する導波路106に、インタコネクション94bによりそれぞれ結合されている。また、波長変換部20の出力ポート58a~58dの各々は、第1光スイッチ14aの第2ポート32に一端が露出する導波路106に、インタコネクション94aによりそれぞれ結合されている。従って、第1光スイッチ14aの第4ポート36から出力される光信号は、波長変換部20の所定の入力ポート58a~58dに導かれる。また、波長変換部20の出力ポート60a~60cから出力される光信号は、第1光スイッチ14aの第2ポート32に導かれる。

【0057】よって、分波素子10a、第1光スイッチ14aおよび波長変換部20の構成により、第1光スイッチ14aの所定の第3ポート34a~34cに所定の波長チャネルの光信号を導くことができる。また、このように構成すると、波長チャネル間の交換が可能となる。すなわち、光クロスコネクタ装置に入力された光信号の波長チャネルを変えることができる。

【0058】次に、波長ルーティング部22の構成につき、図6を参照して説明する。図6は、波長ルーティング部の構成を示す平面図である。波長ルーティング部22は、3個の入力ポート62a~62cと4個の出力ポート64a~64dとを具えていて、これら入力ポート62a~62cに入力する光信号を所定の出力ポート64a~64dに導くものである。この構成例の光クロスコネクタ装置では、波長ルーティング部22として第4光スイッチを具えている。上述したように、この第4光スイッチは、3個の入力ポート62a~62cと4個の出力ポート64a~64dとを具えていて、これら入力ポート62a~62cに入力する光信号を合成して所定の出力ポート64a~64dに導くものである。

【0059】この第4光スイッチは、3個の光スイッチ要素86a~86cと4個のカブラ88a~88dとにより構成されている。光スイッチ要素86a~86cは、1個の入力ポートとN個の出力ポートとを具えていて、この入力ポートに入力する光信号を所定の出力ポートに導くものである。カブラ88a~88dは、3個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号を合成して出力ポートに導くものである。光スイッチ要素86a~86cの入力ポートおよびカブラ88a~88dの出力ポートを、それぞれ第4光スイッチの入力ポートおよび出力ポートとし

ている。光スイッチ要素86a~86cの出力ポートとカブラ88a~88dの入力ポートとの間は、光配線90により結合されている。

【0060】以上説明した波長ルーティング部22によれば、入力ポート62a~62cに入力する光信号を所定の出力ポート64a~64dに導くことができる。これら入力ポート62a~62cの各々は、第2光スイッチ16cの第2ポート44に一端が露出する導波路に、インタコネクション94dによりそれぞれ結合されている。また、波長ルーティング部22の出力ポート64a~64dの各々は、第2光スイッチ16cの第4ポート48に一端が露出する導波路に、インタコネクション94cによりそれぞれ結合されている。従って、第2光スイッチ16cの第2ポート44から出力される光信号は、波長ルーティング部22の所定の入力ポート62a~62cに導かれる。また、波長ルーティング部22の出力ポート64a~64dから出力される光信号は、第2光スイッチ16cの第4ポート48に導かれる。

【0061】また、波長変換部20の出力ポート60a~60cから出力した光信号が、第1光スイッチ14aの第2ポート32および第2光スイッチ16cの第2ポート44を経て、波長ルーティング部22の入力ポート62a~62cに入力するように構成してある。従って、上述した合波素子12c、第2光スイッチ16cおよび波長ルーティング部22の構成によれば、所定の波長チャネルの光信号が第2光スイッチ16cの第4ポート48に導かれるので、これを第2光スイッチ16cの第3ポート46a~46cに入力される光信号と混合させて、出力することができる。

【0062】光クロスコネクタ装置の動作につき説明する。光スイッチ要素38a~38dにより、波長変換したい光が、波長数分のファイバが束になっているインタコネクション94bの方向に送り出される。この光は、スターカブラ66で混合された後、可変フィルタ68a~68dおよび波長変換素子70a~70dにより、必要な波長と変換波長との組合せが決定される。続いて、光スイッチ要素80a~80dにより、出力ポート60a~60cが選択され、カブラ82a~82cで合波される。その後、出力ポート60a~60c数分のファイバ束であるインタコネクション94aおよび光配線40を通して所定の第3ポート34a~34cに導かれ、テープファイバ57により出力側へ伝送される。第2光スイッチ16a~16c側に入力した波長変換光は、光配線52およびインタコネクション94dを経て、光スイッチ要素86a~86cに入力する。そして、カブラ88a~88dにより必要な波長の光信号が選択され、インタコネクション94c、光配線52および光スイッチ要素50a~50dを経て、合波器12a~12cにより波長多重された後、所定の出力ポート56a~56cに送り出される。

【0063】一方、波長変換しない光は、第1光スイッチ14a~14cの光スイッチ要素38a~38dにより、第4ポート36および波長変換部20を経ずに、第3ポート側34a~34cに送り出される。その後、光接続部18および第2光スイッチ16a~16cを通して、所定の出力ポート56a~56cに出力される。

【0064】以上説明したように構成してあるので、この光クロスコネクタ装置は、波長多重された光信号の経路切換えを波長チャネルに基づいて行うことができる。

10 しかも、入力光の波長チャネルを変化させることが可能である。この変更可能な波長チャネル数は、可変フィルタ68a~68dと波長変換素子70a~70dとの組み合わせにより上限が決まる。すなわち、可変フィルタ68a~68dで選択される波長チャネルと、波長変換素子70a~70dで変化する波長チャネルとの設定により、比較的自由に波長変換が行える。従って、従来に比べて、より柔軟なシステムを構築することができる。

【0065】また、分波素子、第1光スイッチ、光接続部、第2光スイッチおよび合波素子により波長変換を行わないシステムが構成される。このシステムに波長変換部20および波長ルーティング部22を設ければ、波長変換を行うシステムに容易に拡張することができる。

【0066】また、波長変換部20を構成する第3光スイッチ72と、波長ルーティング部22を構成する第4光スイッチとは共通の部品を用いて構成できるので、部品の種別が少なくて済む。

【0067】[第2の実施の形態] 次に、光クロスコネクタ装置の第2構成につき説明する。図7は、光クロスコネクタ装置の第2構成を示す概略図である。この構成例の光クロスコネクタ装置は、分波素子10a~10c、合波素子12a~12c、第1光スイッチ108a~108c、第2光スイッチ110a~110c、光接続部18および波長変換部(波長変換ユニット92)を具えている。尚、分波素子10a~10c、合波素子12a~12cおよび光接続部18については、第1構成と同じものを用いているので、説明を省略する。

【0068】まず、第1光スイッチ108a~108cにつき、図8を参照して説明する。図8は、第1光スイッチ108a周辺の構成を示す平面図である。第1光スイッチ108aは、4個の第1ポート112a~112dと4個の第2ポート114a~114dと3個の第3ポート116a~116cと1個の第4ポート118とを具えている。また、第1光スイッチ108aは、4個の第1光スイッチ要素120a~120dと4個の第2光スイッチ要素122a~122dと3個のカブラ群124a~124cとを具えている。

【0069】上述の第1光スイッチ要素120a~120dは、1個の入力ポートと4個の出力ポートとを具えていて、この入力ポートに入力する光信号を所定の出力  
50 ポートに導くものである。また、第2光スイッチ要素1

22a~122dは、1個の入力ポートと3個の出力ポートとを具えていて、この入力ポートに入力する光信号を所定の出力ポートに導くものである。

【0070】また、カブラ群124a~124cの各々は、4個の第1カブラ126により構成されている。これら第1カブラ126の各々は、2個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えている。これら各第1カブラ126の入力ポートには、第1光スイッチ要素120a~120dから出力される光信号と、第2光スイッチ要素122a~122dから出力される光信号とが入力するようにしてある。例えば、この構成例では、第1光スイッチ要素120aの1番目の出力ポートがカブラ群124aを構成する1番目の第1カブラ126の一方の入力ポートに結合されている。また、このカブラ群124aの1番目の第1カブラ126の他方の入力ポートには、第2光スイッチ要素122aの1番目の出力ポートが結合されている。従って、カブラ群124a~124cを構成する各第1カブラ126により、両方の入力ポートに入力した光信号が合成されて、各々の出力ポートを経て各第3ポート116a~116cに出力される。

【0071】尚、これらポート間の結合は、光配線128により実現される。光配線128は、第1光スイッチ要素120a~120dおよび第2光スイッチ要素122a~122dの出力ポートと、各第1カブラ126の入力ポートおよび第4ポートとの間を結合する光接続手段である。また、以上説明した第1光スイッチ108aは、第1の実施の形態で説明した第1光スイッチ14aと同様に、図3に示す光スイッチを利用して構成することができる。

【0072】以上説明したように構成してあるので、第1光スイッチ108aは、第1の実施の形態で説明した第1光スイッチ14aに波長変換部20の第3光スイッチ72を組み込んだものに等しい。従って、この実施の形態の光クロスコネクタ装置では、波長変換部は、波長変換ユニット92だけで構成すればよい。

【0073】この構成例の波長変換部は、4個の入力ポートと4個の出力ポートとを具えていて、これら入力ポートに入力する光信号の波長チャネルを変更して所定の出力ポートに導くものである。上述したように、この波長変換部として、第1の実施の形態で説明した波長変換ユニット92を用いることができる。従って、この波長変換ユニット92の入力ポートをインタコネクション94bにより第1光スイッチ108aの第4ポート118に結合し、この波長変換ユニット92の出力ポートをインタコネクション94aにより第1光スイッチ108aの第2ポート114a~114dに結合する。

【0074】また、第2光スイッチ110a~110cとしては、第1光スイッチ108a~108cと同様の構成を用いることができる。上述したように、この第1光スイッチ108aは、第1光スイッチ14aに第3光

スイッチ72を組み込んだ構成に等しい。つまり、第2光スイッチ110a~110cは、第1の実施の形態で説明した第2光スイッチ16a~16cに波長ルーティング部22すなわち第4光スイッチを組み込んだ構成に等価である。従って、この実施の形態の光クロスコネクタ装置では、第1の実施の形態で説明した波長ルーティング部22を設ける必要がない。図7に示すように、第2光スイッチ110cの第2ポートおよび第4ポート間は4本のファイバ束からなるインタコネクション94cにより結合しておけばよい。

【0075】このように構成すれば、波長変換部（波長変換ユニット92）の出力ポートから出力した光信号は、所定の第1光スイッチの第2ポートおよび所定の第2光スイッチの第2ポートを通して当該所定の第2光スイッチの第4ポートに入力する。そして、第2光スイッチを構成する第1光スイッチ要素によって所定のポートに導かれて合波素子で合成される。

【0076】従って、光スイッチ要素120a~120dにより、波長変換しない光は第3ポート116a~116c側へ、波長変換する光は第4ポート118側へスイッチングされる。光は、スターカブラ66で混合され、必要な波長の光が可変フィルタ68a~68dで選択された後、波長変換素子70a~70dにより波長変換される。そして、光スイッチ要素122a~122dにより所定の出力ポートの方路が選択されて、カブラ126を経て、光接続部18に送り出される。出力側の第2光スイッチ110a~110cでは、光接続部18により伝送された光から必要な光が光スイッチ要素120a~120dにより選択され、合波器12a~12cにより波長合波されて、所定の出力ポート56a~56cに送り出される。

【0077】以上説明したように、この実施の形態の光クロスコネクタ装置によれば、第1の実施の形態で説明した波長ルーティング部22が不要である。これは、波長変換を行った光と波長変換を行わない光とを、同一の経路に通すようにしたために再合波が不要となったからである。従って、この構成例の光クロスコネクタ装置は、比較的少ない部品で構成することができる。

【0078】〔第3の実施の形態〕次に、光クロスコネクタ装置の第3構成につき説明する。この構成例では、第1光スイッチおよび第2光スイッチの構成が第2の実施の形態で説明したものと異なる。従って、主として、この構成につき説明し、他の重複する構成については説明を省略する。

【0079】図9は、この実施の形態の第1光スイッチ130の構成を示す平面図である。この構成の第1光スイッチ130は、4個の第1ポート112a~112dと4個の第2ポート114a~114dと3個の第3ポート116a~116cと1個の第4ポート118とを具えている。また、第1光スイッチ130は、4個の第



1光スイッチ要素120a~120dと4個の第2光スイッチ要素122a~122dと3個の第2カブラ132a~132cとを具えている。

【0080】上述の第2カブラ132a~132cの各々は、8個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えた1×8光スイッチである。つまり、第2カブラ132a~132cは、第2の実施の形態で説明したカブラ群124a~124cに属する各第1カブラ126をまとめて、1体構造とした構成に等価である。第2の実施の形態で説明した第1光スイッチ108aでは、各第3ポート116a~116cから波長チャネル数に対応した4本の光経路が露出する。これに対して、この構成の第1光スイッチ130では、各第3ポート116a~116cからそれぞれ1本の光経路が露出するだけで済む。従って、光接続部18としてのインタコネクションを少ないファイバで構成することができる。

【0081】〔第4の実施の形態〕次に、光クロスコネクタ装置の第4構成につき説明する。図10は、光クロスコネクタ装置の第4構成を示す概略図である。この構成例の光クロスコネクタ装置は、分波素子10a~10c、合波素子12a~12c、第1光スイッチ134a~134c、第2光スイッチ136a~136c、光接続部18、波長変換部20および第2カブラ140を具えている。尚、分波素子10a~10c、合波素子12a~12cおよび波長変換部20については、第1構成と同じものを用いているので、説明を省略する。

【0082】先ず、第1光スイッチ134a~134cにつき、図11を参照して説明する。図11は、第1光スイッチ134a周辺の構成を示す平面図である。第1光スイッチ134aは、4個の第1ポート148a~148dと3個の第2ポート150a~150cと1個の第3ポート152とを具えている。また、第1光スイッチ134aは、4個の光スイッチ要素142a~142dと3個の第1カブラ群144a~144cとを具えている。

【0083】上述の光スイッチ要素142a~142dは、1個の入力ポートと4個の出力ポートとを具えていて、この入力ポートに入力する光信号を所定の出力ポートに導くものである。

【0084】また、第1カブラ144a~144cは、4個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えており、これら各第1カブラ144a~144cの入力ポートに光スイッチ要素142a~142dから出力される光信号が入力されるようにしてある。例えば、この構成例では、1番目の光スイッチ要素142aの1番目の出力ポートが1番目の第1カブラ144aの1番目の入力ポートに結合されている。また、この第1カブラ144aの2番目の入力ポートには、2番目の光スイッチ要素142bの1番目の出力ポートが結合されている。また、この第1カブラ144aの3番目の入力ポートには、3番

目の光スイッチ要素142cの1番目の出力ポートが結合されている。さらに、この第1カブラ144aの4番目の入力ポートには、4番目の光スイッチ要素142dの1番目の出力ポートが結合されている。各第1カブラ144a~144cでは、各々の入力ポートに入力した光信号が合成されて、各々の出力ポートを経て各第2ポート150a~150cに出力される。

【0085】尚、これらポート間の結合は、光配線146により実現される。光配線146は、光スイッチ要素142a~142dの出力ポートと各第1カブラ144a~144cの入力ポートとの間を結合する光接続手段である。また、第1ポート148a~148dと光スイッチ要素142a~142dの入力ポートとの間、および第3ポート152と光スイッチ要素142a~142dの出力ポートとの間も光配線により結合してある。

【0086】以上説明した第1光スイッチ134aは、第1の実施の形態で説明した第1光スイッチ14aと同様に、図3に示す光スイッチを利用して構成することができる。

【0087】また、この実施の形態では、光接続部18は、第1光スイッチ134a~134cの第2ポートと第2光スイッチ136a~136cの第2ポートとの間を、第2カブラ140を介して結合する光配線である。図11の例では、第1光スイッチ134aの第2ポート150a~150cすなわち第1カブラ144a~144cの出力ポートの各々に、第2カブラ140の入力ポートが接続されている。これら第2カブラ140は、2個の入力ポートと1個の出力ポートとを具えている。第1光スイッチ134aの第2ポート150a~150cは、各第2カブラ140の一方の入力ポートに光ファイバなどを用いて接続されている。このように、第1光スイッチ134aの第2ポート150a~150cは、各第2カブラ140を介して光接続部18に結合されている。

【0088】また、各第2カブラ140の他方の入力ポートには波長変換部20の出力ポートに接続されたインタコネクション94aが接続されている。このように構成してあるので、波長変換部20の出力ポートから出力した光信号が、所定の第2カブラ140の入力ポートを通過して、所定の第2光スイッチ136a~136cの第2ポートに入力するようになる。

【0089】従って、インタコネクション94aを構成する光ファイバと、第1光スイッチ134aの第2ポート150a~150cに接続された光ファイバとを、第2カブラ140により、1本の光ファイバ138にまとめることができる。つまり、この構成例では、波長変換する光と波長変換しない光とを同一の光経路により伝送させる。このように構成してあるので、再合波する必要がなく、従って、第1の実施の形態で説明した波長ルーティング部22が不要となる。また、光接続部18を構

成する光ファイバの本数も削減することができる。

#### 【0090】

【発明の効果】この発明の光クロスコネクタ装置によれば、分波素子では、波長多重光を各々が単一波長チャネルの光信号に分離する。各波長チャネルの光信号は第1光スイッチの第1ポートに輸入する。第1光スイッチは、各第1ポートに輸入した光信号の方路を個別に決定し、各第3ポートおよび第4ポートに出力する。第3ポートから出力した光信号は、光接続部を通して所定の第2光スイッチの第3ポートに到る。そして、第2光スイッチは、各光信号を第2光スイッチの所定の第1ポートに導く。

【0091】一方、第1光スイッチの第4ポートに導かれた光信号は波長変換部に送られる。波長変換部では、光信号の波長チャネルを所定の波長チャネルに変更する。波長変換部から出力した光信号は、第1光スイッチの第2ポートに導かれる。そして、第1光スイッチの第3ポート、光接続部、所定の第2光スイッチの第3ポート、およびこの第2光スイッチの第2ポートを順次に通過して、波長ルーティング部に輸入する。波長ルーティング部は、入力光を所定の第2光スイッチの第4ポートに導く。この第2光スイッチでは、第4ポートに輸入される光信号を所定の第1ポートに振り分ける。合波素子は、第2光スイッチの第1ポートから出力される光信号を合波して出力する。

【0092】従って、この発明の光クロスコネクタ装置では、波長変換部のポート数に応じて波長変換を行う波長チャネル数が決定される。よって、波長変換を行う波長チャネルを比較的自由に設定することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】光クロスコネクタ装置の第1構成を示す図である。

【図2】第1光スイッチ周辺の構成を示す図である。

【図3】光スイッチの一例を示す図である。

【図4】第2光スイッチ周辺の構成を示す図である。

【図5】波長変換部の構成を示す図である。

【図6】波長ルーティング部の構成を示す図である。

【図7】光クロスコネクタ装置の第2構成を示す図である。

【図8】第1光スイッチの構成を示す図である。

【図9】第1光スイッチの構成を示す図である。

【図10】光クロスコネクタ装置の第4構成を示す図である。

【図11】第1光スイッチの構成を示す図である。

#### 【符号の説明】

10a～10c：分波素子

12a～12c：合波素子

14a～14c：第1光スイッチ

16a～16c：第2光スイッチ

18：光接続部

20：波長変換部

22：波長ルーティング部

24a～24c：入力ポート

26a～26d：出力ポート

30a～30d：第1ポート

32：第2ポート 34a～34c：第3ポート

36：第4ポート 38a～38d：光スイッチ要素

40：光配線 42a～42d：第1ポート

44：第2ポート 46a～46c：第3ポート

10 48：第4ポート 50a～50d：光スイッチ要素

52：光配線 54a～54d：入力ポート

56a～56c：出力ポート

57：テーパーファイバ

58a～58d：入力ポート

60a～60c：出力ポート

62a～62c：入力ポート

64a～64d：出力ポート

66：スターカプラ

68a～68d：可変フィルタ

20 70a～70d：波長変換素子

72：第3光スイッチ

74a～74d：入力ポート

76a～76d：出力ポート

78a～78d：入力ポート

80a～80d：光スイッチ要素

82a～82d：カプラ 84：光配線

86a～86c：光スイッチ要素

88a～88d：カプラ 90：光配線

92：波長変換ユニット

30 93a～93c：光スイッチ素子

94a～94d：インタコネクション

95：基板

96：光路切換領域 98：光配線領域

100a, 100b：端面

102：光ファイバ 104：固定治具

106：導波路

108a～108c：第1光スイッチ

110a～110c：第2光スイッチ

112a～112d：第1ポート

40 114a～114d：第2ポート

116a～116c：第3ポート

118：第4ポート

120a～120c：第1光スイッチ要素

122a～122c：第2光スイッチ要素

124a～124c：カプラ群

126：第1カプラ 128：光配線

130：第1光スイッチ

132a～132c：第2カプラ

134a～134c：第1光スイッチ

50 136a～136c：第2光スイッチ



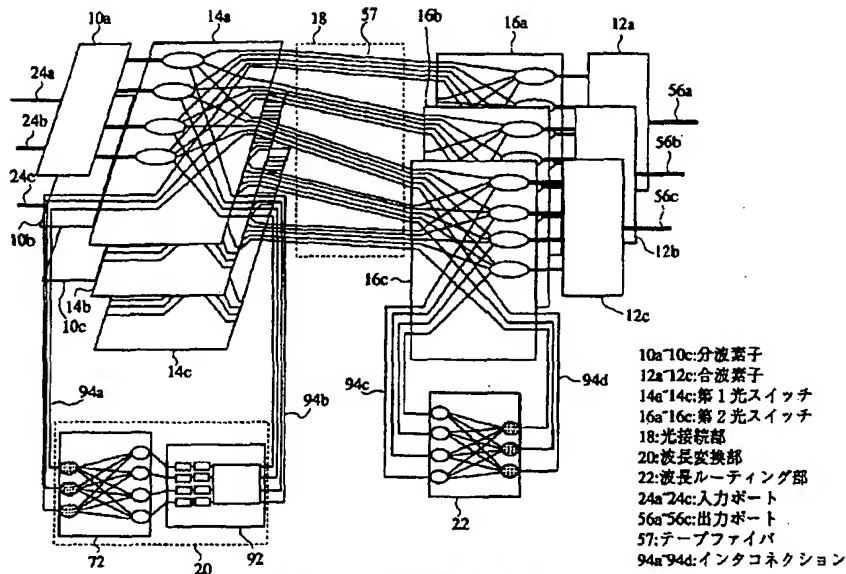
29

30

138: 光ファイバ 140: 第2カプラ  
 142a~142d: 光スイッチ要素  
 144a~144c: 第1カプラ  
 146: 光配線

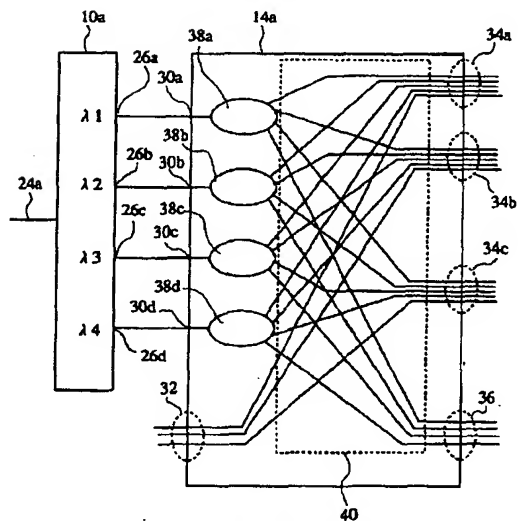
148a~148d: 第1ポート  
 150a~150c: 第2ポート  
 152: 第3ポート

【図1】



光クロスコネクト装置の第1構成

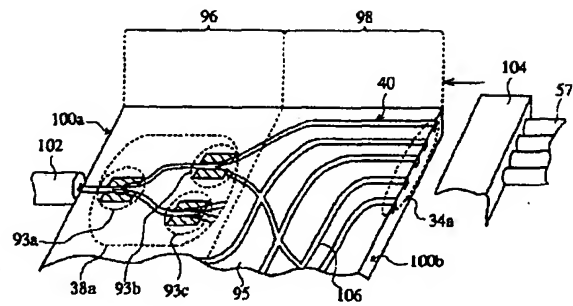
【図2】



26a~26d: 出力ポート 30a~30d: 第1ポート 32: 第2ポート  
 34a~34c: 第3ポート 36: 第4ポート 38a~38d: 光スイッチ要素  
 40: 光配線

第1光スイッチ周辺の構成

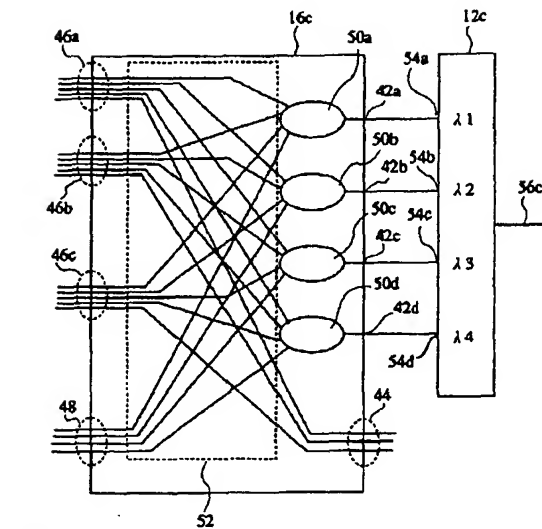
【図3】



95: 基板 93a~93c: 光スイッチ素子 96: 光路切換領域  
 98: 光配線領域 100a, 100b: 端面 102: 光ファイバ  
 104: 固定治具 106: 導波路

光スイッチの一例

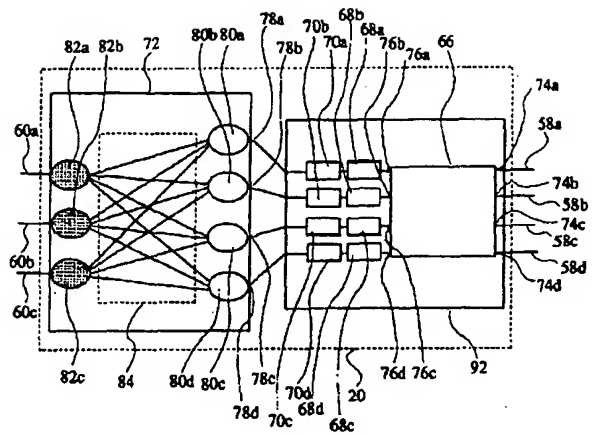
【図4】



42a~42d:第1ポート 44:第2ポート 46a~46c:第3ポート  
48:第4ポート 50a~50d:光スイッチ要素  
52:光配線 54a~54d:入力ポート

第2光スイッチ周辺の構成

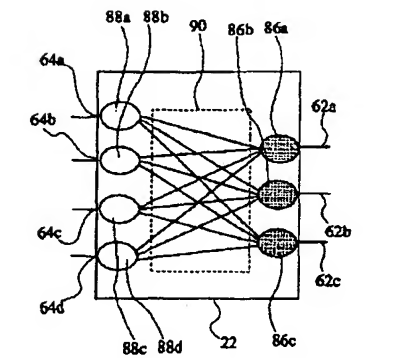
【図5】



58a~58d:入力ポート 60a~60c:出力ポート 66:スターカプラ  
68a~68d:可変フィルタ 70a~70d:波長変換素子 72:第3光スイッチ  
74a~74d:入力ポート 76a~76d:出力ポート 78a~78d:入力ポート  
80a~80d:光スイッチ要素 82a~82d:カプラ 84:光配線  
92:波長変換ユニット

波長変換部の構成

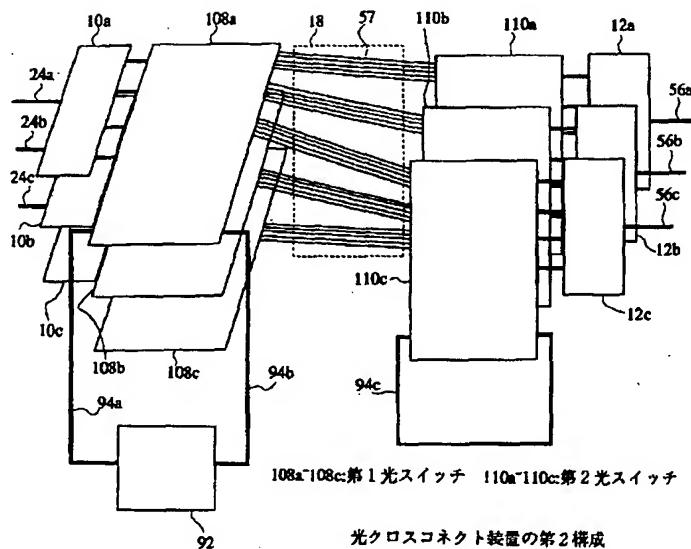
【図6】



62a~62c:入力ポート 64a~64d:出力ポート  
86a~86c:光スイッチ要素 88a~88d:カプラ 90:光配線

波長ルーティング部の構成

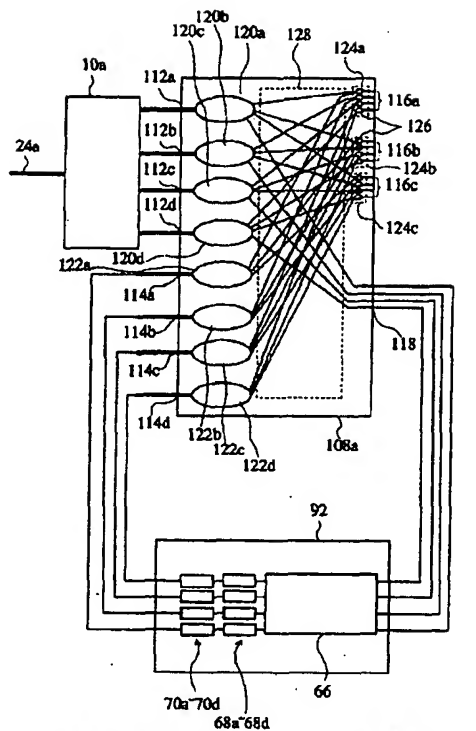
【図7】



108a~108c:第1光スイッチ 110a~110c:第2光スイッチ

光クロスコネクト装置の第2構成

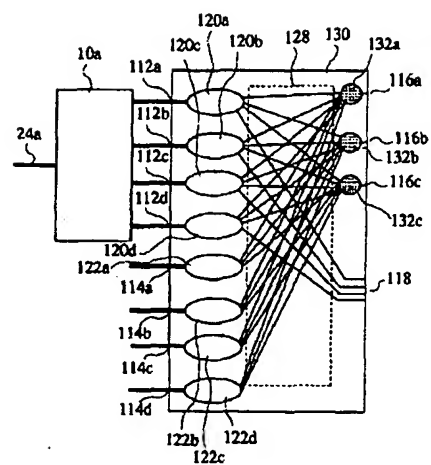
【図8】



112a-112d: 第1ポート      114a-114d: 第2ポート  
 116a-116c: 第3ポート      118: 第4ポート  
 120a-120c: 第1光スイッチ要素  
 122a-122c: 第2光スイッチ要素  
 124a-124c: カプラ群      126: 第1カプラ      128: 光配線

第1光スイッチの構成

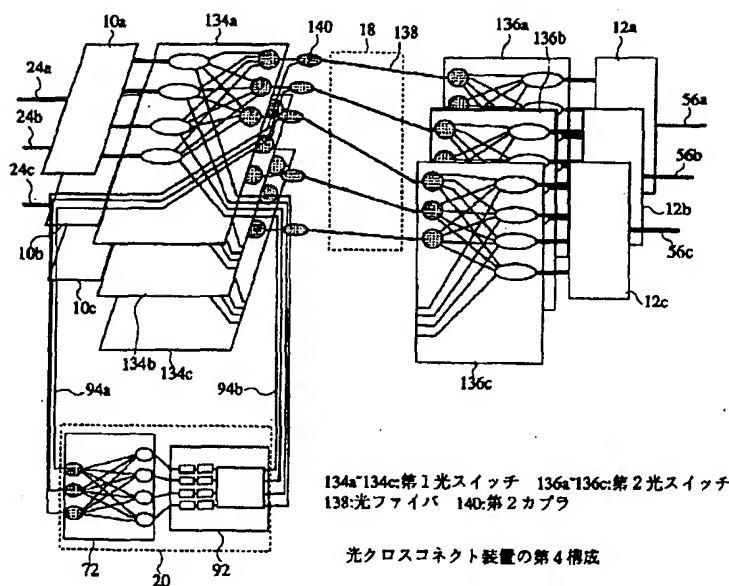
【図9】



130: 第1光スイッチ      132a-132c: 第2カプラ

第1光スイッチの構成

【図10】



134a-134c: 第1光スイッチ      136a-136c: 第2光スイッチ  
 138: 光ファイバ      140: 第2カプラ

光クロスコネクタ装置の第4構成

